

Laporan Penelitian

PENGUJIAN KANDUNGAN SKUALEN DALAM MINYAK BEKATUL PADI var. IR-64



**Oleh:
Sri Wuryani
Jurusan Agroteknologi**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL 'VETERAN' YOGYAKARTA
FEBRUARI, 2012**

HALAMAN PENGESAHAN

- 1.a. Judul Penelitian : Pengujian Kandungan Skualen Dalam Minyak Bekatul
Padi var. IR-64
- b. Bidang Ilmu : Teknologi Pertanian Tanaman Pangan
2. a. Nama peneliti : Dr. Ir. Sri Wuryani, M.Agr.
b. Jenis kelamin : Wanita
c. Pangkat/golongan : Pembina Utama Muda / IV-c
d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala 700
e. Jurusan / Fakultas : Agroteknologi / Pertanian
3. Mitra peneliti : PT. PERTANI (Persero)
Kantor Cabang Yogyakarta DIY-Jateng
4. Lama penelitian : 11 bulan
5. a. Biaya penelitian : Rp. 10.000.000,00
b. Sumber biaya : Rp. 9.500.000,00 (pribadi peneliti)
Rp. 500.000,00 PT. Pertani (Persero), dalam bentuk bekatul

Yogyakarta, 10 Februari 2012

Mengetahui
Ketua Jurusan,

Peneliti,

Ir. Lagiman, M.Si
NIP. 196303261990031001

Dr. Ir. Sri Wuryani, M.Agr.
NIP. 195307021982032001

Menyetujui,
Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Abdul Rizal AZ, MP
NIP. 196107241988031001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memperkenankan penelitian mengenai kandungan skualen dalam bekatul padi IR-64 dan laporannya dapat diselesaikan. Penelitian ini dilakukan mandiri dalam upaya mengangkat potensi limbah by product menjadi lebih berpotensi. Sebagai realisasi awal gagasan PT. Pertani untuk menangani limbah bekatulnya menjadi produk yang bernilai tambah lebih disamping itu juga mendukung isu zero waste.

Dalam kesempatan penyusun sampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih yang tulus kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Imas Setiasih, SU Guru Besar Ilmu Pangan UNPAD yang telah memfasilitasi analisa komponen-komponen pendukung proses penelitian dan memberikan masukan-masukan teoritis maupun praktis.
2. PT. Pertani Kantor Cabang DIY, yang telah membantu penyediaan bahan baku berupa bekatul segar dari padi IR-64
3. Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan ijin penelitian dan mengesahkan laporan hasil penelitian ini.

Penelitian ini membutuhkan waktu yang cukup panjang karena ketersediaan bahan baku yang terbatas dan analisa yang harus dikirim ke UNPAD dan IPB. Walaupun hasil penelitian sudah dapat menunjukkan adanya skualen dalam minyak bekatul namun masih diperlukan penelitian lanjutan untuk menguji karakterisnya dibanding skualen yang berasal dari ikan hiu yang umum ada dipasaran dengan harga yang sangat mahal.

Semoga penelitian ini ada manfaatnya.

Yogyakarta, Februari 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Bekatul.....	4
2.2. Minyak Bekatul.....	4
2.3. Skualen.....	8
III. BAHAN DAN METODA PENELITIAN.....	11
3.1. Bahan dan Alat.....	11
3.2. Metode.....	11
3.2.1. Pengujian Komponen Bekatul Segar.....	11
3.2.2. Pengujian Lama Pemanasan Pada suhu Stabilisasi 100 ⁰ C.....	12
3.2.3. Penentuan Lama Ekstraksi Minyak Kasar Bekatul.....	12
3.2.4. Penentuan Ukuran Partikel Bekatul.....	13
3.2.5. Penentuan Kandungan Skualen Minyak Bekatul.....	13
3.3 Analisis Data.....	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1. Komponen Bekatul Segar Varitas IR-64.....	15
4.2. Suhu dan Lama Pemanasan Untuk Stabilisasi Bekatul.....	15
4.3. Lama Ekstraksi Minyak Kasar Bekatul.....	17

4.4. Ukuran Partikel Bekatul.....	17
4.5 Kandungan Skualen Minyak Bekatul.....	18
V. KESIMPULAN.....	20
UCAPAN TERIMA KASIH.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR TABEL

No Tabel	Uraian	halaman
1.	Komposisi Asam Lemak RBO.....	5
2.	Kandungan Tokoferol Dalam Berbagai Jenis Minyak.....	6
3.	Karakteristik Minyak Bekatul	7
4.	Komposisi Gizi Bekatul Segar Padi Varitas IR-64.....	15
5.	Rendemen Minyak Bekatul Padi IR-64 Pada Berbagai Lama Stabilisasi dan Hasil Uji Ketengikan Pada Minggu Ke-3 Penyimpanan	15
6.	Rendemen Minyak Bekatul Pada Berbagai Lama Waktu Ekstraksi.....	17
7.	Rendemen Minyak Bekatul Pada Berbagai Ukuran Partikel Bekatul.....	17
8.	Waktu Retensi dan Luas Area Puncak Kromatogram.....	18
9.	Hasil Perhitungan Konsentrasi Skualen Dalam Sampel.....	19
10.	Jumlah Skualen dan Recovery dari 10 g Sampel Yang dialokasikan ke MPLC.....	19

DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Uraian	Halaman
1.	Struktur 3 Dimensi Kimia Skualen.....	9

DAFTAR LAMPIRAN

No Lampiran	Uraian	Halaman
1.	Perhitungan Kandungan Skualen.....	23
2.	Kromatogram Hasil Analisis Sampel Minyak.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Sejalan dengan kenaikan produksi beras, maka meningkat pula hasil sampingannya, diantaranya adalah bekatul ($\pm 10\%$ berat gabah kering giling). Dalam penggilingan gabah dan penyosohan beras, persentase produk yang dihasilkan adalah beras utuh sekitar 50%, beras pecah kulit 17%, bekatul 10%, pecahan gabah (*meal*) 3% dan sekam 20% (Grist, 1986). Berdasarkan perolehan bekatul dari setiap kali penggilingan padi dan penyosohan beras yang cukup banyak, maka peluang bekatul untuk dimanfaatkan cukup besar. Sebagai gambaran; produksi padi/gabah di Jawa Barat pada musim tanam 2010 mencapai 8.968.251 ton, sehingga jumlah bekatul yang dihasilkan berjumlah 896.825,1 ton. Pada umumnya varitas IR merupakan varitas yang paling banyak ditanam di Indonesia dan khususnya di Jawa Barat, disusul oleh varitas Way Apo Baru dan Cisadane. Sedangkan di Daerah Istimewa Yogyakarta ditanam juga varitas Menthik Wangi.

Di Indonesia, umumnya bekatul dianggap limbah yang hanya digunakan sebagai pakan ternak dan unggas, padahal bekatul mempunyai potensi yang besar untuk diolah dalam berbagai industri, seperti industri pupuk, farmasi, makanan dan minyak (Tangendjaja, 1991). Di dalam bekatul terkandung protein 15%, serat 11%, minyak dan lemak 26%, abu 12%, air 10% dan nitrogen bebas sebesar 26% (Bookisch, 1998). Nutrisi penting lainnya yang terdapat adalah vitamin, asam panthotenat, asam folat, beberapa jenis mineral dan antioksidan (nutritionstreet.com 2003). Selain itu, dalam bekatul terdapat pula senyawa skualen dan senyawa anti gizi seperti tripsin inhibitor, pepsin inhibitor, dan antithiamin.

Dari penelusuran pustaka didapatkan informasi bahwa kandungan minyak dalam bekatul berbeda. Menurut Lynn dan Lawyer (1966) dalam Nasution dan Ciptadi (1985) bekatul mengandung minyak sekitar 10%-13%. Menurut Grist (1986) bekatul mengandung minyak sekitar 10,1%-22,4%, sedangkan Julianto dan Bechtel (1985) serta Luh dan Luh (1991) dikutip RITO Partnership (2003) menginformasikan bahwa serat bekatul hanya 8% dari berat total gabah dan mengandung minyak 75% dari total minyak yang ada dalam gabah.

Usaha pengembangan minyak bekatul dalam skala industri dihadapkan pada kendala dibutuhkannya waktu yang lama untuk pengumpulan dan penggilingan padi petani berskala kecil yang tersebar. Lamanya pengumpulan bekatul berpengaruh terhadap jumlah dan mutu bekatul yang dihasilkan. Permasalahan yang sering terjadi pada bekatul sebelum dimanfaatkan adalah terjadinya peristiwa *ketengikan* sehingga rendemen minyak yang diekstrak relatif kecil dan berkualitas rendah. Selama pengumpulan dan penyimpanan di dalam bekatul sudah terbentuk asam lemak bebas. Menurut Feiger dan William (1948) dalam Nasution dan Ciptadi (1985) mutu minyak bekatul juga dipengaruhi oleh adanya oksigen, suhu yang tinggi, cahaya, enzim lipoksidase, senyawa-senyawa organik dan katalisator logam seperti tembaga dan besi. Mengingat hal tersebut, maka penanganan pada bekatul sebelum dimanfaatkan atau diekstrak bagian minyaknya perlu mendapat perhatian yang seksama.

Minyak bekatul bisa dimanfaatkan juga sebagai bahan dasar pembuatan produk-produk perawatan kecantikan seperti kondisioner rambut, pelindung sinar ultra violet, kuteks, sabun, losion dan krim maupun sebagai suplemen makanan yang berguna bagi kesehatan. Selain itu minyak bekatul bisa digunakan sebagai minyak goreng karena mempunyai titik asap yang tinggi dan zat antikorosif karena adanya skualen dalam minyak bekatul. Selama ini skualen banyak diekstrak dari berbagai ikan hiu sehingga harganya sangat mahal, sehingga keberadaan skualen dalam bekatul merupakan alternatif sumber yang perlu digali.

Bekatul merupakan bahan yang mengandung minyak, sehingga kondisi penyimpanan yang tidak tepat bisa mengakibatkan kerusakan dan pemanasan dapat mencegah terjadinya kerusakan tersebut. Selain itu ukuran partikel dan lama ekstraksi sangat mempengaruhi kandungan minyak yang berhasil diekstrak.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dalam penelitian ini akan dikaji perlakuan-perlakuan lama pemanasan, lama ekstraksi dan ukuran bekatul terhadap rendemen minyak bekatul dari gabah padi varietas IR-64 untuk selanjutnya diuji kandungan skualen dalam minyak bekatul yang sudah dimurnikan.

B. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan :

1. Kadar minyak dalam bekatul padi var. IR-64
2. Perlakuan lama pemanasan untuk sterilisasi, lama ekstraksi dan ukuran partikel bekatul yang paling tepat untuk memperoleh rendemen minyak bekatul yang optimal.
3. Kandungan skualen dalam minyak bekatul

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bekatul

Bekatul adalah bagian terluar dari bagian bulir yang terbungkus oleh sekam. Bulir adalah buah sekaligus biji berbagai tumbuhan serealisa sejati, seperti padi, gandum dan jelai. Istilah bekatul terutama digunakan pada padi.

Asal-usul bekatul secara anatomi adalah lapisan aleuron dan sebagian perikarp yang terikut. Aleuron adalah lapisan sel terluar yang kaya gizi dari endospermium, sementara perikarp adalah bagian terdalam dari sekam. Bekatul padi dapat dilihat pada beras yang diperoleh dari penumbukan. Proses pemisahan bekatul dari bagian beras lainnya dikenal sebagai penyosohan (polishing) untuk memperpanjang masa penyimpanan beras, sekaligus memutihkannya.

Kandungan gizi bekatul dikenal luas sejak ditemukannya vitamin B1 (tiamin) dari beras yang belum disosoh, yang bila dikonsumsi terbukti menekan frekuensi penyakit beri-beri oleh Dr. Eijkman. Kandungan gizi lainnya adalah serat pangan, pati, protein, lemak/minyak serta mineral (<http://id.wikipedia.org/wiki/Bekatul> diakses 7 Februari 2012).

2.2. Minyak Bekatul

Walaupun bekatul tersedia melimpah di Indonesia - data BPS (2010) menyebutkan sebanyak 6,59 ton bekatul- namun pemanfaatannya untuk konsumsi manusia sebagai sumber pangan dan gizi masih terbatas. Sampai saat ini pemanfaatannya terbatas pada pakan ternak. Salah satu bentuk produk bekatul yang populer saat ini terutama di luar negeri adalah *rice bran oil* (RBO).

RBO dapat diperoleh dari bekatul awet sebanyak 15 - 25 persen- jika dikalkulasikan dari angka 6,59 juta ton dapat dihasilkan 0,98-1,65 juta ton RBO. Jumlah bahan baku yang sangat besar jumlahnya, sehingga RBO sangat potensial dikembangkan di Indonesia sebagai bahan baku ingredien pangan atau non pangan. Beberapa laporan penelitian menyebutkan bahwa RBO mengandung komponen bioaktif pangan yang bermanfaat bagi kesehatan baik uji pada hewan ataupun manusia.

Permasalahan utama pengolahan bekatul menjadi RBO karena timbulnya aroma tengik dan rasa yang pahit setelah dilakukan penyimpanan. Kedua faktor tersebut sangat mempengaruhi kualitas RBO yang dihasilkan. Aroma tengik bekatul ditimbulkan oleh senyawa degradasi lipida

seperti aldehida dan keton. Sedangkan rasa pahit ditimbulkan oleh senyawa peptida hidrofobik dengan berat molekul rendah hasil hidrolisis protein oleh enzim protease.

Tabel. 1. Komposisi asam lemak RBO*

Asam Lemak	Jumlah (%)
1. Asam miristat (14 : 0)	0,7
2. Asam palmitat (16 : 0)	16,9
3. Asam stearat (18 :0)	1,6
Total Saturated Fatty Acid (SFA)	19,2
1. Asam palmitoleat (16:1)	0,2
2. Asam oleat (18:1)	39,1
Total Monounsaturated Fatty Acid (MUFA)	39,3
1. Asam linoleat (18:0)	23,4
2. Asam linolenat (18:3)	1,6
Total Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA)	35

* Sumber : Ausman *et al.* (2005) dalam Ardiansyah (2011)

Oleh karena itu penginaktivan enzim lipase dan protease dengan perlakuan panas (optimasi suhu dan waktu tertentu) diketahui dapat mengawetkan bekatul dan meminimalkan kerusakan komponen bioaktif pada bekatul- termasuk RBO yang dihasilkan.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa hampir 74,3 % kandungan asam lemak tidak jenuh minyak RBO terdiri dari *mono* dan *poly* (MUFA dan PUFA). Sementara itu sisanya terdiri dari asam lemak jenuh atau *saturated fatty acid* (SFA). Tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh pada RBO akan memberikan efek positif bila kita mengkonsumsinya. (Ardiansyah, 2011)

Salah satu hasil pemanfaatan bekatul adalah minyak bekatul. Produksi bekatul di dunia mencapai 535 juta ton dan minyak bekatulnya 4 juta ton. Indonesia termasuk negara urutan ketiga penghasil bekatul dan minyak bekatul setelah China dan India. Amerika Serikat menggunakan minyak bekatul dalam produksi makanan, sedangkan Jepang menggunakan minyak bekatul sebagai minyak goreng (Oilseeds International, Ltd. 2002). Lain halnya dengan Indonesia yang masih kurang baik dalam memanfaatkan minyak bekatul.

Di dalam minyak bekatul terkandung komponen-komponen yang bermanfaat bagi kesehatan seperti tokoferol, oryzanol dan tokotrienol. Oryzanol yang terkandung dalam minyak bekatul dapat menurunkan kolesterol jahat (LDL) tanpa mengurangi kolesterol baik (HDL). Tokotrienol dan tokoferol adalah sumber vitamin E yang sangat baik dan memberikan efek anti kanker (Sari, 2003). Dibandingkan dengan jenis minyak lain, kandungan tokoferol dalam minyak bekatul cukup tinggi. (Tabel 2)

Tabel 2. Kandungan Tokoferol Dalam Berbagai Jenis Minyak

Jenis Minyak	Total Tokoferol (mg/g minyak)	a tokoferol (mg/g minyak)	Tipe tokoferol lain yang terkandung
Biji Jarak	291	0	γ , β , δ
Kelapa	11-24	5-16	γ , η
Biji Kapas	298-635	230-375	γ
Biji Anggur	194	149	-
Buah Zaitun	46-146	31-124	γ
Kacang Tanah	215	130	γ
Lobak	433	170	γ
Bekatul	444	264	γ , β , η
Kacang Kedelai	797	175	γ , δ
Biji Bunga Matahari	271	224	γ
Benih Gandum	1897	1276	β

Sumber : Paoletti dan Kritchevsky (1971)

Di Jepang terdapat suatu tradisi bahwa wanita Jepang selalu mengoleskan minyak bekatul pada wajah mereka. Tekstur minyak bekatul yang lembut dan halus, serta kemampuan oryzanol yang terkandung dalam minyak bekatul untuk menahan sinar ultra violet pada permukaan kulit yang digunakan dalam perawatan kulit. Mekanisme oryzanol dalam menahan sinar ultra violet yaitu dengan cara mencegah pembentukan pigmen melanin. Minyak bekatul banyak dimanfaatkan untuk membuat produk kecantikan seperti kondisioner rambut, pelindung ultra violet, kuteks, lipstik, sabun, lotion, dan krim. Di samping itu juga bisa digunakan sebagai minyak goreng (karena mempunyai titik asap yang tinggi), zat anti korosif dan lain-lain.

Menurut Chiba, et al., (1979) minyak bekatul berwarna coklat tua sampai kehijau-hijauan, mengandung pigmen karoten dan khlorofil. Secara lengkap karakteristik minyak bekatul menurut Grist (1986) disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3. Karakteristik Minyak Bekatul

Karakteristik	Ketentuan
Berat Jenis pada 25° C	0,912-0,920
Indeks Bias pada 25° C	1,409-1470
Bilangan Iodine	98-104
Bilangan penyabunan	174-184
Bilangan tiosianogen	68-70
Bahan tak tersabunkan (%)	3-5,7
Bilangan asetil	8-10
Asam lemak jenuh (%)	15-18
Titik asap	415° F
Tokoferol (vitamin E)	0,029-0,160
Warna	Coklat kehijau-hijauan

Sumber : Grist (1986)

Luh (1980) menyatakan bahwa untuk mendapatkan minyak bekatul dapat digunakan 3 metode, yaitu metode pengepresan berulir (*expeller pressing*), pengepresan hidraulik (*hidraulic pressing*), dan ekstraksi pelarut (*solvent extraction*). Mengingat jumlah minyak yang terkandung dalam bekatul relatif kecil (kurang dari 30%), maka ekstraksi pelarut merupakan cara ekstraksi yang paling mungkin diterapkan.

Prinsip ekstraksi dengan pelarut menurut Heldman and Singh (1981) adalah pemisahan komponen yang dikehendaki (*solute*) dan zat padat dengan cara kontak antara padatan tersebut dengan suatu cairan (*solvent*) dan *solute* dapat larut dalam *solvent* tersebut.

Cara kerja ekstraksi pelarut cukup sederhana, yaitu pertama-tama memasukkan bahan yang akan diekstraksi ke dalam ketel/wadah khusus, kemudian pelarut dimasukkan dan selanjutnya pelarut dengan bahan dibiarkan kontak untuk beberapa saat sehingga pelarut dapat menembasi ke dalam bahan dan melarutkan komponen yang diinginkan (minyak) berikut bahan-bahan yang dapat larut dalam pelarut. Selanjutnya komponen minyak dipisahkan dari pelarut dengan cara destilasi.

Pemilihan zat pelarut pada ekstraksi pelarut didasarkan atas beberapa tor yaitu pelarut dapat melarutkan minyak bekatul yang diharapkan dalam presentase tinggi, tidak merubah komposisi zat lain yang terkandung dalam bekatul, zat pelarut tersebut harus mudah dipisahkan kembali dari bagian minyaknya dan pertimbangan ekonomis (harga relatif murah). Etil alkohol, isopropil alkohol, dan n-heksana adalah pelarut yang dapat digunakan untuk proses ekstraksi minyak bekatul (Houston, 1972). Pelarut n-heksana dapat melarutkan sebagian besar minyak,

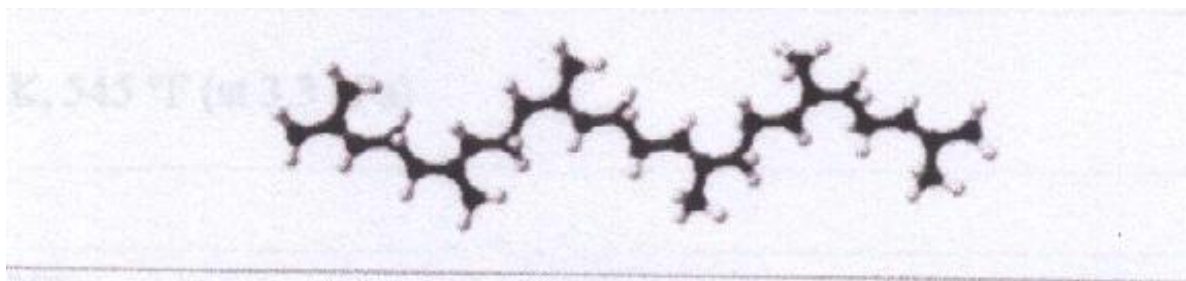
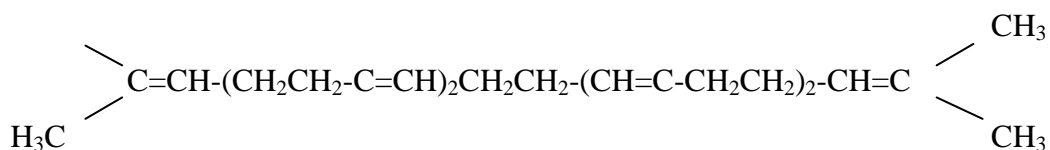
mempunyai titik rendah (68,742°C), sehingga mudah dipisahkan dari minyak bekatul, tetapi proses pelaksanaannya harus dilakukan hati-hati karena mempunyai sifat mudah terbakar. Pelarut etil alkohol dan isopropil alkohol banyak digunakan untuk mengekstrak vitamin.

2.3. Skualen

Skualen ($C_{30}H_{50}$) adalah hidrokarbon utama yang banyak ditemukan dalam minyak hati ikan hiu hitam genus *Zameus*. Skualen pertama kali diisolasi oleh Tsujimoto pada tahun 1906 dan struktur kimianya ditemukan pada tahun 1931 (Surendro dan Sujayanto, 1992).

Skualen memiliki enam buah ikatan rangkap, bersifat tidak tersabunkan, tidak berwarna atau berwarna kuning muda, berbau tidak enak dan kalau dibiarkan di tempat terbuka akan cepat tengik. Skualen mempunyai berat molekul 410,7 dan mempunyai nama kimia 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-2,6,10,14,18,22-teracosahexaene.

Dilihat dari struktur kimianya, skualen termasuk ke dalam senyawa polihidrokarbon tidak jenuh (*polyunsaturated hydrocarbon*) Skualen adalah zat organik berupa cairan encer seperti minyak, akan tetapi ia bukan minyak karena tidak mengandung asam lemak atau gugusan $COOH$, berwarna semu kuning atau putih bening berbau khas (Budiarjo, 2003). Keistimewaan dari skualen adalah daya uapnya yang rendah, titik bekunya di bawah $-45^{\circ}C$ dan tetap bening pada suhu $20^{\circ}C$ serta mudah menangkap dan melepaskan oksigen (Tsujimoto, 1906 dalam Surendro dan Sujiyatmo, 1992). Struktur kimia skualen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur 3 Dimensi Kimia Skualen

(http://en.wikipedia.org/wiki/Squalene#Role_in_steroid_synthesis)

Parameter mutu skualen dari minyak ikan yang diberlakukan di Jepang (HS No 1504. 10-000) adalah sebagai berikut :

1. Warna : Tidak berwarna atau kuning muda
2. Bau : Sedikit berbau ikan dan tidak tengik
3. Titik didih : 235-237°C pada 0,55 mmHg atau
240-242°C pada mmHg
4. Berat Jenis : 0,858-0,860 pada 20°C
5. Indeks bias : 1,495-1,498 pada 20°C
6. Bilangan Iodine : 360-370
7. Viskositas : 12 cP pada 20°C

Menurut APC (1987) bilangan lodine dan indeks bias merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kualitas skualen.

Polimer skualen dapat digunakan sebagai salah satu bahan dasar minyak pelumas. Menurut Miall dan Sharp, (1968) skualen dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam industri kosmetika dan obat-obatan untuk perawatan kulit. Untuk kosmetika digunakan dalam krim terutama krim nutrisi dan krim medis, dan juga pada kosmetika jenis lainnya termasuk *milky lotion*, *face lotion*, *lipstick*, *foundation* dan *powder*. Di samping itu digunakan pula untuk perlengkapan toilet seperti pada sabun toilet, *toilet paper*, *medical bathing products*, shampoo serta pembilasnya. Di bidang pengobatan, skualen diaplikasikan dalam bentuk salep (*ointments*) dan suppositories karena mudah diabsorpsi ke dalam kulit (IPTC, 1989).

Menurut Surendro dan Sujayanto (1992) kegunaan lain dari skualen yaitu untuk bahan cat. Skualen juga berguna dalam industri tekstil yaitu untuk memberikan warna kilap pada sutera alam atau sutera buatan (Tsujimoto, 1906 dalam Brody, 1965). Gopakumar dan Thankappan (1986) mengemukakan bahwa skualen dapat digunakan pada pembuatan bakterisida, zat pewarna, zat pewangi dan sebagai *surface active agents*.

Menurut Chris-Masterjohn (2005) skualen berperan sebagai antioksidan dan agensia anti kanker selain itu juga dapat dipergunakan untuk detoksifikasi. Selain sebagian besar skualen terdapat pada ikan hiu ternyata juga dapat ditemukan pada bahan nabati seperti minyak zaitun, sawit, bayam merah dan bekatul.

Untuk dapat mengisolasi skualen dari minyak, maka minyak akan diisolasi skualennya terlebih dahulu perlu dinetralisasi (dihilangkan asam lemak bebasnya), diesterifikasi (menyatukan asam lemak bebas yang masih tersisa dengan alkohol), *bleaching* (pemucatan warna) dan deodorisasi (penghilangan zat bau) (Banks, 1967).

BAB III

BAHAN DAN METODA PENELITIAN

3.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bekatul segar hasil penggilingan dan penyosohan beras varietas IR-64 yang diperoleh dari PT. Pertani (Persero) Kantor Cabang Yogyakarta DIY dan Jateng. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi minyak kasar bekatul dan analisis hasil adalah : pelarut n-heksana, NaOH, adsorben, skualen murni, asam sulfat pekat, selenium mix, asam borat, asam klorida 0,1 N, alkohol 95%, indikator fenolptalein, akuades, petroleum benzen, dietil ether, silica gel, aceonitril, gas N₂ kloroform, skualen komersial dan standar skualen.

Alat yang digunakan dalam percobaan adalah timbangan, ayakan tyler 100 mesh, oven merk Memert, thermometer, loyang stainless steel, stoples kaca kapasitas 2.000 ml, corong pemisah, kertas saring, pipet dan kolom Medium Pressure Liquid Chromatography (MPLC) Buchi, High Performance Liquid Chromatography (HPCL), detector ultra violet, extractor beserta peralatan gelas lainnya.

3.2. Metode Penelitian

Percobaan dilakukan dalam 5 tahap, yaitu pengujian komponen bekatul segar, penentuan suhu dan lama pemanasan untuk stabilisasi bekatul, penentuan lama ekstraksi minyak kasar bekatul, penentuan ukuran partikel bekatul segar yang akan diekstraksi minyaknya, dan penentuan kandungan skualen minyak bekatul yang telah dimurnikan.

3.2.1. Pengujian Komponen Bekatul Segar

Untuk mengetahui kondisi bahan penelitian (bekatul segar padi varietas IR-64) yang akan digunakan dalam tahap-tahap percobaan selanjutnya, maka dilakukan uji proksimat yang meliputi kandungan air, protein, lemak, karbohidrat, serat kasar, dan (Sudarmadji et al.). Sehingga pada tahap ini tidak menggunakan rancangan percobaan.

Aktivitas enzim lipase pada bekatul akan menyebabkan kandungan asam lemak bebas dalam minyak hasil ekstraksi meningkat. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu dilakukan usaha pencegahan segera pada bekatul segar yang disebut stabilisasi bekatul. Stabilisasi

bertujuan untuk mencegah penguraian minyak dan juga mengontrol pertumbuhan mikroba dan serangga. Selain itu menurut Hubeis, dkk., (1997), kualitas gizi bekatul dapat meningkat dengan perlakuan panas, karena aktivitas tripsin inhibitor dan hemaglutinin yang ada pada bekatul dapat dicegah. Menurut Grist (1986), pemanasan pendahuluan atau stabilisasi dapat dilakukan pada suhu 100°C selama 5-10 menit. Sedangkan menurut Mc Caskill dan Orthoefer (1994) dapat dilakukan pada suhu di atas 60°C selama 10-15 menit.

3.2.2. Pengujian Lama Pemanasan Suhu Stabilisasi 100°C

Atas dasar tersebut, maka dalam percobaan tahap kedua dicoba dilakukan stabilisasi bekatul melalui pemanasan pada oven yang bersuhu 100°C selama 0, 10, 20, dan 30 menit. Bekatul yang digunakan adalah bekatul segar varitas IR-64 yang lolos saringan 60 mesh. Setelah distabilisasi, bekatul diekstrak minyak kasarnya pada lama ekstraksi 90 menit. Pelarut yang digunakan adalah n-heksana yang mempunyai titik didih 68,9°C, tidak larut dalam air, lebih selektif untuk lipida, sifat karatnya rendah, residu pada minyak rendah, tidak berpengaruh pada bau produk, mudah didaur ulang, dan tidak mengekstrak aflatoksin. Minyak kasar yang diperoleh diukur rendemennya dan disimpan selama 3 minggu disuhu ruangan dan setiap minggu minyak kasar tersebut diuji tingkat ketengikannya dengan cara Jacobs. Lama waktu pemanasan untuk stabilisasi bekatul yang terpilih diterapkan pada percobaan tahap ke-3.

Pada tahap 2 ini, percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu lama pemanasan pada suhu stabilisasi 100°C dengan 4 aras perlakuan (0,10,20 dan 30 menit).

3.2.3. Penentuan Lama Ekstraksi Minyak Kasar Bekatul

Pada percobaan tahap ketiga dicoba diekstrak minyak kasar bekatul dari bekatul segar pada varitas IR-64 yang lolos saringan 60 mesh dan telah distabilisasi pada suhu dan lama pemanasan terbaik terpilih hasil percobaan tahap kedua. Lama ekstraksi yang dicoba adalah 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Pelarut yang digunakan adalah n-heksana. Minyak kasar bekatul yang diperoleh diukur rendemennya. Perlakuan lama ekstraksi yang menghasilkan rendemen minyak kasar bekatul terbanyak diterapkan pada percobaan tahap keempat. Pada tahap 3 ini percobaan lama ekstraksi juga dirancang menggunakan RAL satu faktor dengan 4 aras perlakuan (30,60,90 dan 120 menit).

3.2.4. Penentuan Ukuran Partikel Bekatul Segar

Pada percobaan tahap keempat dicoba diekstrak minyak kasar bekatul padi varitas IR-64 yang telah distabilisasi dan mempunyai ukuran partikel berbeda-beda yaitu 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Cara ekstraksi dan pelarut yang digunakan sama seperti pada percobaan tahap ketiga. Minyak kasar bekatul yang diperoleh diukur rendemennya. Perlakuan ukuran partikel bekatul yang menghasilkan rendemen minyak kasar bekatul tertinggi diterapkan pada percobaan selanjutnya. Tahap 4 ini dirancang menggunakan metode RAL dengan 4 aras perlakuan (40,60, 80 dan 100 mesh).

3.2.5. Penentuan Kandungan Skualen Minyak Bekatul

Percobaan tahap kelima tidak menggunakan rancangan percobaan karena merupakan analisa tanpa perbandingan yang terdiri dari tiga kegiatan, yaitu :

- a. Ekstraksi minyak kasar dari bekatul segar padi IR-64 yang telah distabilisasi pada suhu 100°C pada lama pemanasan sesuai hasil percobaan tahap kedua, pada lama ekstraksi terpilih pada percobaan ketiga, dan ukuran partikel terpilih pada percobaan keempat. Pelarut yang digunakan adalah n-heksana.
- b. Pemurnian minyak kasar bekatul sehingga diperoleh minyak bekatul yang berwarna kuning bening dan tidak tersabunkan.
- c. Pengujian kandungan skualen pada minyak bekatul yang telah dimurnikan. Analisis skualen meliputi proses pemisahan skualen dan analisis kandungan skualen. Alat yang digunakan pada proses pemisahan adalah Medium Pressure Liquid Chromatography (MPLC) Buchi yang menggunakan silica gel 60 for coloum yang sebelumnya telah diekalibrasi dengan pelarut petroleum benzen-dietileter (98/2 v/v). MPLC mempunyai panjang 46 cm, diameter bagian dalam 2,5 cm dan diameter bagian luar 3,2 cm. Sampel minyak bekatul murni dielusi dengan petroleum benzen-dietileter dengan kecepatan alir 100 ml/menit. Eluat yang diperoleh ditampung dan kemudian diuapkan pelarutnya dengan menggunakan rotavapor vakum. Untuk menyempurnakan penguapan pelarut digunakan gas N₂ dan dihitung massa minyaknya.

Selanjutnya massa minyak dianalisis kandungan skualennya dengan menggunakan High Performance Liquid Chromatography (HPCL) yang mempunyai kondisi :

- Kolom TMS (Trimetilsilil) dengan ukuran 3,9 x 150 mm
- Detektor ultra violet, pengukuran pada panjang gelombang 254 nm
- Fasa bergerak aceonitril
- Laju alir 1 ml/menit
- Waktu analisis (maksimum retention time) 10 menit
- Temperatur oven 40°C (Hamilton, 1987).

3.3. Analisis Data

Data hasil percobaan 2, 3 dan 4 diuji dengan ANOVA dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil Least Significant Difference (LSD) pada jenjang nyata 5%. Untuk pengujian kandungan skualen dari chromatogram yang diperoleh pada penggunaan HPLC dianalisis/dihitung waktu retensinya, area puncak sampel dan standar, konsentrasi skualen dalam larutan sampel, dan konsentrasi skualen dalam sampel.

Konsentrasi skualen dalam larutan sampel = $\frac{\text{Area sampel}}{\text{Area standar}}$ x konsentrasi standar

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Komponen Bekatul Segar Varitas IR-64

Hasil analisis proksimat bekatul segar padi varitas IR-64 disajikan pada Tabel 4. Kandungan air dan proteinnya sesuai dengan dikemukakan oleh Booksich (1998), tetapi kandungan lemak, serat dan abunya lebih rendah.

Tabel 4. Komposisi Gizi Bekatul Segar Padi Varitas IR-64

Parameter Analisis	Rata-rata hasil (% bb)
Kadar Air	10,12
Kadar Protein	15,02
Kadar Lemak	17,91
Kadar Serat Kasar	9,39
Kadar Abu	9,64
Kadar Karbohidrat	37,93

Adanya perbedaan antara hasil analisis dengan rekomendasi Booksich (1998) diduga berkaitan dengan varitas padinya yang berbeda. Komponen gizi yang terdapat dalam suatu komoditas sangat dipengaruhi oleh varitas dan teknik budidaya yang diterapkan.

4.2. Suhu dan Lama Pemanasan Untuk Stabilisasi Bekatul

Pengujian lama pemanasan ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 5. Rendemen Minyak Bekatul Padi IR-64 Pada Berbagai Lama Stabilisasi dan Hasil Uji Ketengikan Pada Minggu Ke 3 Penyimpanan.

Lama Stabilisasi pada 100°C (menit)	Rendemen Minyak (%)	Uji ketengikan (3 minggu sesudah disimpan)
0	17.25 a	+
10	19.10 b	-
20	19.91 c	+
30	21.06 d	+

Keterangan : Huruf yang sama yang mengikuti angka menunjukkan tidak ada beda nyata menurut uji LSD 5 %.

+ : sudah tengik

- : belum tengik

Hasil pengamatan rendemen minyak kasar bekatul dan uji ketengikan dari percobaan lama stabilisasi bekatul pada suhu 100°C disajikan pada Tabel 5. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa semakin lama waktu stabilisasi, rendemen minyak kasar bekatul yang diperoleh semakin meningkat. Semakin lama waktu stabilisasi, kandungan air bekatul semakin kecil sehingga pada saat ekstraksi dilakukan, pelarut mudah menetrasi ke dalam bahan dan rendemen minyak kasar yang diperoleh tinggi.

Rendemen minyak kasar bekatul terendah diperoleh dari bekatul yang distabilisasi selama 0 menit (tidak distabilisasi) yaitu 17,25%. Rendemen tertinggi berasal dari bekatul yang distabilisasi selama 30 menit (21,06%). Rendemen minyak kasar bekatul dari bekatul yang distabilisasi berkisar antara 17 - 21%. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa dengan pemberian panas (stabilisasi) sampai batas lama tertentu akan meningkatkan rendemen minyak kasar bekatul yang diperoleh.

Meskipun rendemennya tinggi, tetapi dilihat dari hasil uji ketengikannya, ternyata minyak kasar bekatul yang diperoleh dari bekatul yang distabilisasi selama 10 menit masih belum tengik selama penyimpanan 3 minggu. Sedangkan minyak kasar bekatul yang diperoleh dari bekatul yang tidak distabilisasi dan distabilisasi selama 20 dan 30 menit sudah tengik pada lama penyimpanan 3 minggu. Hal ini bisa terjadi karena pada saat dilakukan stabilisasi/pemanasan pada suhu 100°C lebih dari 15 menit terjadi peristiwa oksidasi dari asam-asam lemak tidak jenuh seperti : Palmitoleat (16:1), Oleat (18:1), Linoleat (18:2), Linolenat (18:3) dan Gadoleat (20:1) yang terdapat dalam minyak bekatul membentuk senyawa rantai pendek aldehid dan keton. Di samping itu enzim lipoksigenase yang banyak terdapat pada bagian kulit (bran) padi ikut berperan dalam peristiwa oksidasi tersebut. Menurut Feiger dan William (1948) dalam Nasution dan Ciptadi (1985) mutu minyak bekatul dipengaruhi oleh adanya oksigen, suhu yang tinggi, cahaya, enzim lipoksidase, senyawa-senyawa organik dan katalisator logam seperti tembaga dan besi.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dan dikaitkan dengan kepentingan industri dimana minyak kasar yang diperoleh harus dimurnikan dahulu sebelum diisolasi skualennya, maka lama waktu stabilisasi yang terpilih adalah 10 menit, walaupun rendemen minyak kasar bekatul yang diperoleh relatif kecil, sehingga dalam percobaan tahap keempat lama stabilisasi yang diterapkan adalah 10 menit.

4.3. Lama Ekstraksi Minyak Kasar Bekatul

Hasil percobaan pengaruh lama ekstraksi terhadap rendemen minyak kasar yang diperoleh dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rendemen Minyak Bekatul Pada Berbagai Lama Waktu Ekstraksi

Lama Waktu Ekstraksi (menit)	Rendemen Minyak (%)
30	16.24 a
60	16.52 a
90	18.24 b
120	18.68 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf sama tidak menunjukkan ada beda nyata menurut uji LSD 5%

Semakin lama waktu ekstraksi, semakin lama kontak antara pelarut dengan bahan yang diekstrak, sehingga jumlah minyak kasar yang diperoleh tinggi.

Lama waktu ekstraksi sangat mempengaruhi jumlah minyak yang terekstrak. Tabel 6 memperlihatkan bahwa secara statistik hasil ekstraksi dengan lama waktu ekstraksi 90 dan 120 menit tidak berbeda nyata karena sudah mencapai tingkat jenuh. Sehingga waktu 90 menit sudah cukup memberikan hasil ekstrak yang optimal.

4.4. Ukuran Partikel Bekatul

Rendemen minyak bekatul pada berbagai ukuran partikelnya ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 7. Rendemen Minyak Bekatul Pada Berbagai Ukuran Partikel Bekatul

Ukuran Partikel (mesh)	Rendemen Minyak (%)
40	18.33 a
60	19.24 b
80	23.89 c
100	27.62 d

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf sama tidak menunjukkan ada beda nyata menurut uji LSD 5%

Menurut Hargrove (1994) dan Sulizar dkk (1996) keberhasilan ekstraksi minyak bekatul sangat dipengaruhi oleh tingkat kebersihan dan ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel (semakin besar ukuran mesh) akan semakin besar luas permukaan kontakannya dengan bekatul, sehingga seperti ditunjukkan pada tabel 7, rendemen minyak bekatul optimum diperoleh dari ukuran bekatul 100 mesh.

Pemberian pemanasan pendahuluan (stabilisasi) terhadap partikel bekatul yang mempunyai ukuran berbeda akan mengakibatkan penurunan kadar air yang berbeda pula. Turunnya kadar air ini akan mempengaruhi proses ekstraksi dan semakin rendah kadar air, semakin mudah pelarut menarik minyak keluar dari partikel bekatul, dan semakin rendah ukuran partikel proses ekstraksi minyak semakin efektif. Oleh karena itu ukuran 100 mesh menghasilkan rendemen minyak bekatul paling tinggi.

4.5. Kandungan Skualen Minyak Bekatul

Prosedur dan perhitungan hasil analisa kandungan skualen dan kromatogram HPLC dengan kolom TMS terdapat pada lampiran.

Waktu retensi dan luas area puncak kromatogram disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 8. Waktu Retensi dan Luas Area Puncak Kromatogram

Fraksi	tR	Luas Area (mm)
Standar skualen	2,554	846288
PB 100	2,648	2858352
PB 200	2,650	5362922
PB 300	2,658	17122168
PB 45600	2,700	11080276
DE300	2,704	9092077
Skualen Komersial	2,589	9880336

Hasil perhitungan konsentrasi skualen dalam sampel adalah dapat dilihat pada Tabel 9 dan yield serta recoverynya pada Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Konsentrasi Skualen dalam Sampel

Fraksi	Brt. Sampel (g)	Jumlah Pengenc. (ml)	Kons. Minyak (g/ml)	tR	Area	Kons. Dlm Sampel (g/ml)	(g/100 g)
Standar skualen	0,0727	100	0,0007	2,554	846288	0,0007	98,00
PB 100	1,203	50	0,0241	2,648	2858352	0,0024	9,96
PB 200	1,107	50	0,0221	2,650	5362922	0,0044	19,91
PB 300	0,727	50	0,0145	2,658	17122168	0,0144	99,31
PB 45600	0,835	50	0,0167	2,700	11080276	0,0092	54,87
DE 300	0,413	50	0,0083	2,704	9092077	0,0007	92,71
Skualen Komersial	0,887	50	0,0177	2,589	9880336	0,0082	46,17

Tabel 10. Jumlah Skualen dan Recovery dari 10 g Sampel Yang Diaplikasikan ke MPLC

Fraksi	Jumlah Fraksi (g)	Yield (%)	Konsent. Skualen (%)	Jumlah Skualen (g)	(% b/b)	Recovery
PB 100	5,393	53,93	10,00	0,539	5,392	20,76
PB 200	2,915	29,15	20,40	0,595	5946	22,89
PB 300	0,780	7,80	99,31	0,773	7,731	29,77
PB 45600	0,402	4,02	55,86	0,225	2,245	8,65
DE 300	0,502	5,02	92,78	0,466	4,657	17,93
Total	9,992	99,92		2,597	25,971	100,00

Berdasarkan hasil serangkaian percobaan dengan MPLC dan HPLC serta perhitungannya, maka diperoleh fraksi yang mempunyai kemurnian 99,31 % pada 300 ml elusi. Yield pada fraksi tersebut adalah 7,80% dan recovery skualennya adalah 29,77%. Bila diperhitungkan pada jumlah minyak kasar yang diperoleh pada percobaan kelima yaitu 540 gram dan yang tidak tersabunkan berjumlah 108,187 gram, maka rendemen skualennya adalah :

$$25,971 \times \frac{108,187}{540,000} = 5,203 \% , \text{ sehingga kandungan skualen dalam bekatul sekitar } 5,2\% .$$

Jika hasil tersebut dibandingkan dengan skualen dari hati ikan hiu jenis *Sq namulina nebulosa* 7.0% (Iwan Budiarto, 2003) maka kandungan skualen dalam bekatul tergolong potensial. Namun demikian properties (karakterisnya) perlu diteliti lebih lanjut karena menurut Chris Masterjohn (2005) ada perbedaan antara skualen dari tumbuhan (nabati) dan dari ikan hiu (hewani).

BAB VI

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil disimpulkan bahwa :

1. Kandungan lemak total pada bekatul padi varietas IR-64 adalah 17,91%.
2. Rendemen minyak bekatul dari gabah padi varietas IR-64 sebesar 27,62% diperoleh dari bekatul ukuran 100 mesh yang diekstrak dengan n-heksana selama 90 menit dan terlebih dahulu harus dilakukan stabilisasi pada suhu 100°C selama 10 menit.
3. Kandungan skualen pada bekatul padi var IR-64 sebesar 5,203%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan terima kasih disampaikan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Imas Siti Setiasih, SU (UNPAD) yang telah memberi banyak masukan dan kritikan serta membantu fasilitas analisa untuk penelitian ini.

Penghargaan dan terima kasih juga disampaikan pada PT Pertani (PERSERO) Kantor Cabang DIY di Yogyakarta yang telah memberikan bekatul sebagai bahan percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim <http://www.wikipedia.org/wiki/squalen> (diakses 27 Juli 2011)
- Anonim <http://wikipedia.org/wiki/bekatul> (diakses 5 Februari 2012)
- Ardiansyah , 2011. Rice Oil Brand dan Manfaatnya Untuk Kesehatan. <http://www.bekatul.net> (diakses 7 Februari 2012)
- Banks, A. 1967. Deteriorative Change in Fish Oil. AVI Westport. Connecticut
- Bookisch, M. 1998. Fat and Oils Handbook. AOAC Press, Champaign, Illinois.
- Brody, J. 1965. Fisheries by Products Technology. The AVI Publishing Comp. Inc, Westport. Connecticut.
- Chiba, H., M. Fujimaki, K. Iwai, H. Mitsuda, Y. Morita. 1979. Development in Food Science 2, Food and Technology. Kodansha Ltd. Tokyo and Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam - Oxford New York.
- Chris Masterjohn. 2005. <http://www.cholesterol-and-health.com/squalen/html> (diakses 14 Desember 2011)
- Ciptadi, W.dan Nasution, Z. 1985. Dedak Padi dan Manfaatnya. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fateta IPB. Bogor
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan. 2002. Laporan Tahunan 2001. Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Propinsi. Jawa Barat.
- Gopakumar, K., and T.K. Thankappan. 1986. Squalene, Its Source. Uses and Industrial Applications. Journal Seafood-Export Vol 18. No 3. 17p.
- Grist, D.H. 1986. Rice. Longmans, Green and Co. Ltd., London.
- Hargrove, L.K.Jr. 1994. Processing and Utilization of Rice Bran in The United States. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Heldman, D.R and Singh, R.P. 1980. Food Process Engineering. The AVI Pub. Co. Westport. Connecticut.
- Houston, D.F. 1972. Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemist. Incorporated St. Paul. Minnesota.
- Hui, Y.1996. Bailey's Industrial Oil and Fat Products Vol. I; Edible Oil and its Products ; General Applications. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- ITPC. 1989. Commodity Profile Shark Liver Oil. Indonesian Trade Promotion Centre. Osaka. Japan. 23p.

- Iwan, T.B. <http://www.mediaholistik.com/medika.html> (diakses 11 November 2011)
- Miall, L.M.M. and D.W.A sharp. 1968. A New Dictionary of chemistry. Longman Group Ltd., London. 42p.
- Nutritionstreet.com. 2003. Rice Bran Solubles (Stabilized Rice Bran) Biological Effect and The Bioactives Involved. Available online at http://www.nutritionstreet.com/rice_bran_solubles.html
- Oilseeds International, Ltd. 2002. Rice Bran Oil. Available online at http://www.oilseedsf.com/products/prod_rice.htm.
- Paolletti, R. And D. Krichevsky.1971. Advances in Lipid Research Vol. 9. Academic Press, Inc., New York.
- RITO Partnership. 2003. What is Rice Bran Oil. Available online at <http://www.riccbraanoil.info/apps/html>.
- Surendro, D. dan G. Sujayanto. 1992. Skualen Alternatif Penangkal Penyakit. Intisari. Desember 1992. 27-35.
- Tangendjaja, B. 1991. Pemanfaatan Limbah Padi Untuk Industri dalam Soenarjo, E., D.S. Damardjati dan M. Syam Padi Buku 3. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Lampiran 1. Perhitungan Kandungan Skualen

Hasil pemisahan fraksi minyak bekatul yang tidak tersabunkan sebagian besar mengandung skualen. Hal ini terbukti dari hasil analisis dengan kromatografi lapis tipis, nilai R_f antara minyak bekatul tak tersabunkan adalah 0,533 dan R_f skualen komersial 0,540.

Setelah diaplikasikan pada MPLC diperoleh eluat sebagai berikut :

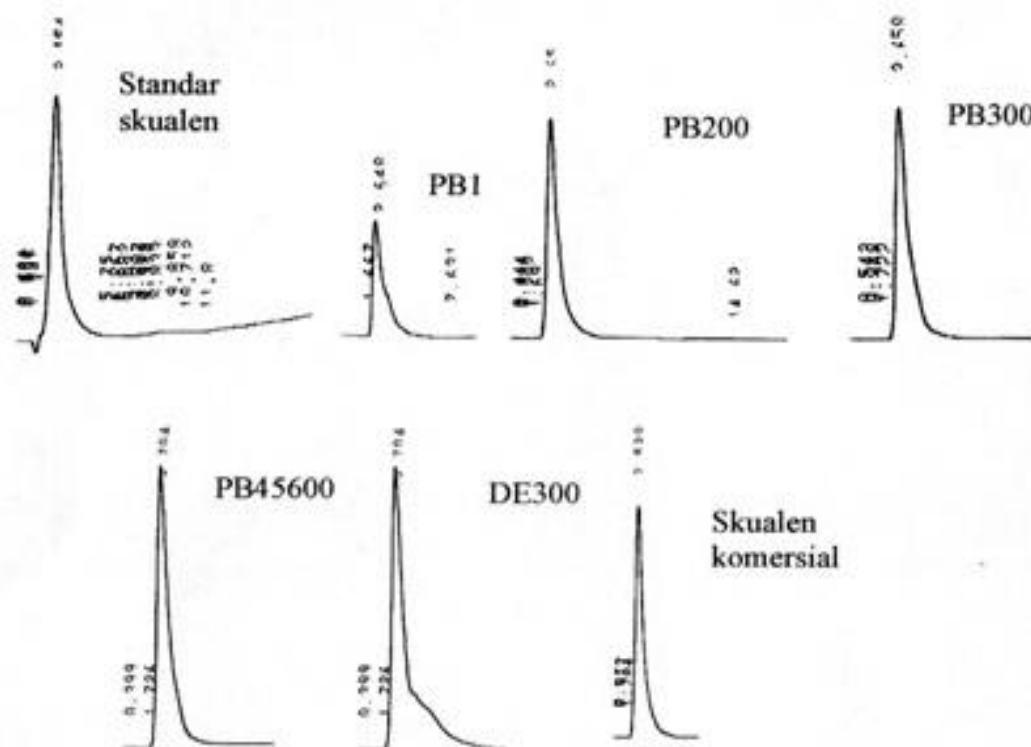
1. 100 ml fraksi Petroleum benzen-dietileter pertama (PB 100)
2. 100 ml fraksi Petroleum benzen-dietileter kedua (PB 200)
3. 100 ml fraksi Petroleum benzen-dietileter ketiga (PB 300)
4. 300 ml fraksi Petroleum benzen-dietileter keempat, lima dan enam (PB 45600). Eluat 4,5, dan 6 disatukan karena jumlahnya sedikit, dilihat warnanya kurang pekat.
5. 300 ml fraksi dietileter (DE 300)

Dari masing-masing eluat setelah diuapkan pelarutnya dengan menggunakan rotavapor vakum dan gas N_2 diperoleh massa minyak sebanyak 9,992 g dengan rincian sebagai berikut:

• PB 100	:	5,393 g
• PB 200	:	2,915 g
• PB 300	:	0,780 g
• PB 45600	:	0,402 g
• DE 300	:	<u>0,502 g</u>
Total	:	9,992 g

Lampiran 2. Kromatogram Hasil Analisis Sampel Minyak

Kromatogram hasil analisis masing-masing sampel massa minyak dengan menggunakan HPLC dapat dilihat pada gambar berikut.



Kromatogram HPLC dengan kolom TMS (trimetilsilil) 3,9 x 150 mm dan detektor ultra violet λ 254 nm.

